



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

(19) RU (11) 2046361 (13) C1

(51) 6 G01R27/22, G01N27/07

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Российской Федерации

Статус: по данным на 19.03.2007 - прекратил действие

(14) Дата публикации: 1995.10.20

(21) Регистрационный номер заявки: 5024034/10

(22) Дата подачи заявки: 1992.01.27

(45) Опубликовано: 1995.10.20

(56) Аналоги изобретения: 1. Авторское  
свидетельство СССР N 1538148, кл. G 01R  
27/22, 1987. 2. Авторское свидетельство СССР  
N 1762252, кл. G 01R 27/22, 1990. 3. Авторское  
свидетельство СССР N 1684724, кл. G 01R  
27/22, 1989.

(71) Имя заявителя: Веревкин В.И.;  
Быстров В.А.; Поляков С.Е.

(72) Имя изобретателя: Веревкин В.И.;  
Быстров В.А.; Поляков С.Е.

(73) Имя патентообладателя: Веревкин  
Валерий Иванович; Быстров  
Валерий Александрович

### (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЖИДКИХ СРЕД

Использование: измерение удельной электропроводности жидких сред в условиях действия сторонних источников тока. Сущность изобретения: устройство для измерения удельной электропроводности жидких сред содержит датчик, выполненный в виде стакана из твердого диэлектрического материала, в корпусе которого установлены дисковый и кольцевой электроды, которые подключены к регистратору напряжения, дисковый электрод через последовательно соединенные регистратор тока и переменный резистор подключен к источнику питания, в качестве которого использован источник питания, технологического процесса. 1 ил. 1 табл.

#### ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к устройствам для измерения удельной электропроводности жидких сред в условиях действия сторонних источников тока, в том числе в локальных объемах с низкой плотностью тока.

Известен датчик, содержащий керамический корпус с каналом для выводов и измерительной полостью, двумя токовыми электродами, тремя потенциальными зондами, соединенными с измерительной полостью. Керамический корпус выполнен открытым снизу. Между верхним торцом и измерительной полостью керамического корпуса расположен канал для продувания полости инертным газом [1].

Недостатком этого устройства является невозможность измерения удельных электропроводностей жидких сред в условиях одновременного протекания по ней тока от стороннего источника. Это связано с тем, что измерение осуществляется от внутреннего источника тока. При наличии стороннего источника тока в измерительной полости будет равен сумме двух токов: внутреннего и стороннего, что вносит большие погрешности и делает недостоверными результаты измерений. Это исключает

возможность измерения удельной электропроводности в агрегате с непрерывным протеканием через жидкую среду рабочего тока, например расплава шихты в алюминиевом электролизере. В последнем в рабочем режиме исключена возможность даже кратковременного отключения рабочего тока. Кроме того, датчик сложен по конструкции.

Известен контактный датчик, содержащий диэлектрическую трубку с тремя кольцевыми электродами, один из которых располагается снаружи, а два внутри заподлицо с поверхностью стенки трубки, регистратор напряжения, амперметр, переменный резистор, содержит внутренний источник тока и выключатель, при этом наружный электрод и один из внутренних электродов расположены посередине трубки, внутренние электроды соединены через регистратор напряжения, расположенные посередине трубки, наружный и внутренний электрод соединены через последовательно включенные выключатель, амперметр, источник тока и переменный резистор [2]

Недостатком этого устройства является тесная зависимость величины тока, протекающего по измеряемому участку исследуемой среды внутри датчика, от его пространственной ориентации относительно эквитокковых линий. Так как по одному из узких кольцевых электродов, входящих в измерительную цепь регистратора напряжения, протекает силовой ток, то на нем активно протекают поляризационные процессы. Вследствие этого понижается точность измерения удельной электропроводности исследуемой среды.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство для измерения удельной электропроводности, которое выполнено в виде диэлектрической трубки с токовыми и кольцевыми измерительными электродами, из которых токовые и один из измерительных электродов расположены внутри трубки, содержит амперметр, регистраторы, дополнительно содержит переменный резистор, подключенный через амперметр к незаземленным токовым электродам, выполненным в виде дисков, разделенных друг от друга изоляционной прокладкой, при этом наружные электроды, подключенные к первому регистратору, расположены соответственно над внутренним измерительным электродом и ближайшим к нему токовым электродом, которые подключены к второму регистратору [3]

Устройство специализированное, и при измерении удельных электропроводностей жидких сред на малых токах его точность падает, так как измеряемая величина тока становится соизмеримой с ошибкой амперметра. При уменьшении величины сопротивления переменного резистора сила тока, проходящего через участок исследуемой среды, расположенный внутри трубки датчика, увеличивается. Это увеличение возможно до предела, ограниченного суммарным электрическим сопротивлением подводющих проводов и амперметра. Если же напряженность электрического поля на данном участке исследуемой среды мала, то оказывается малой величина силы тока от сторонних источников тока. Она при весьма малых напряженности электрического поля и плотности тока от сторонних источников тока оказывается близкой к ошибке измерения силы тока амперметром. Устройство не позволяет существенно влиять на точность измерения путем активного вмешательства в процесс измерения. Так, при малых значениях напряженности электрического поля и плотности тока от сторонних источников увеличение силы тока на исследуемом участке электрической цепи внутри трубки датчика возможно лишь путем уменьшения до нуля величины сопротивления переменного резистора. Дальнейшее увеличение силы тока для повышения точности измерения удельной электропроводности среды оказывается невозможным. Существенным недостатком этого устройства является обязательная ориентация датчика вдоль эквитокковых линий. Это требует специальных приспособлений для ориентации датчика, что ведет к удорожанию стоимости этого устройства.

Цель изобретения создание устройства для измерения удельной электропроводности, конструкция которого обеспечивала бы повышение точности измерения удельных электропроводностей исследуемых сред в объемах с минимальными значениями плотности тока от сторонних источников.

Существо изобретения заключается в том, что устройство для измерения удельной электропроводности, содержащее датчик с расположенным в нем дисковым и кольцевым электродами, регистратор тока и регистратор напряжения, включенный между дисковым и кольцевым электродами, переменный резистор, устройство для установки датчика в исследуемый локальный объем, оно дополнительно содержит стакан, выполненный из диэлектрического материала, причем дисковый электрод через регистратор тока и переменный резистор соединен со сторонним источником питания.

Устройство позволяет не только производить измерение в жидкой среде в условиях воздействия на нее сторонних источников тока, но и использовать эти источники в процессе измерения. Изменением величины сопротивления переменного резистора можно влиять на точность измерения и получать хорошие результаты даже при малых технологических токах от сторонних источников, т.е. тех токах,

которые протекают по жидкой среде в агрегате. Это возможно благодаря тому, что при соединении токового дискового электрода с одной из клемм источника питания из электрической цепи исключается участок с гораздо большим сопротивлением, чем сопротивление изоляционной прокладки в известном устройстве. В предлагаемом устройстве сечение исключаемого участка электрической цепи соответствует эффективному поперечному сечению ванны агрегата, на которое ток растекается в объеме агрегата, а длина расстояния от дискового электрода датчика до электрода агрегата, который соединен с одной из клемм источника питания. Это расстояние также может многократно превышать длину изоляционной прокладки прототипа. При уменьшении сопротивления переменного резистора увеличиваются напряженность и плотность тока на измеряемом участке исследуемой среды. Таким образом силу тока можно увеличить настолько, что ошибка измерения регистратора тока оказывает незначительное влияние на результат измерения. Падение напряжения между электродами будет пропорционально удельной электропроводности среды.

При погружении в исследуемую среду датчик заполняется жидкостью. Объем жидкости строго фиксирован и зависит от геометрических размеров датчика. При протекании тока от стороннего источника на электродах возникает разность потенциалов, которая зависит от удельной электропроводности  $\rho$  исследуемой среды и геометрии объема жидкости внутри датчика. Для снижения явления поляризации токовый электрод выполнен в виде сплошного диска. Для прерывания параллельной цепи, которая могла бы замыкать дисковый и кольцевой электроды по исследуемой среде с внешней стороны датчика, основание стакана выполнено из диэлектрического материала.

Для увеличения точности измерения  $\rho$  устройством необходимо, чтобы эквитокковые линии при подходе к кольцевому электроду были параллельны. Для этого электрод располагается в середине стакана. Благодаря этому из измерительной цепи исключается участок с неоднородным электрическим полем. Точность измерения  $\rho$  не определяется расположением датчика относительно эквитокковых линий. При любом расположении устройства в исследуемом пространстве сила тока в измерительной цепи будет оставаться достаточно высокой при малых значениях гасящего сопротивления  $R$ .

Таким образом, сравнение заявленного решения с другими техническими решениями показывает, что введенный элемент широко известен, его введение в указанной связи с другими элементами устройства, технологического агрегата и стороннего источника питания, их взаимное расположение приводит к появлению новых вышеуказанных свойств, позволяющих повысить точность измерения удельных электропроводностей жидких сред при малых технологических токах от стороннего источника.

Это дает возможность сделать вывод о соответствии предложенного технического решения изобретательскому уровню.

На чертеже представлена функциональная схема устройства для измерения удельной электропроводности.

Устройство содержит датчик удельной электропроводности, состоящий из стакана 1, выполненного из диэлектрического материала, дискового 2 и кольцевого 3 электродов, а также регистратор 4 напряжения, регистратор 5 тока и переменный резистор 6.

Электроды 2 и 3 соединены между собой через регистратор 4 напряжения. Дисковый электрод 2 через регистратор 5 тока и переменный резистор 6 соединен с одной из клемм источника 7 питания.

Стакан, выполненный из диэлектрического материала, служит для вычленения из исследуемой среды локального пространства с ограниченным и точно известным объемом. При больших рабочих температурах и агрессивной среде стакан может быть выполнен из полихлорвинила, текстолита, фторопласта. При более высоких температурах из материалов с большей температурой плавления, например алунда.

Дно стакана выполняется из такого же твердого материала, что и стенки стакана. В отличие от предлагаемого устройства в устройстве-прототипе изоляционная прокладка выполнена из диэлектрика, находящегося в одном из агрегатных состояний: твердом, жидком, газообразном. В частности, прокладка может выполняться из воздуха, обладающего достаточно высокой диэлектрической проницаемостью. В предлагаемом же устройстве дно стакана не может быть жидким или газообразным, так как в этом случае дисковый электрод будет контактировать с исследуемой средой с другой стороны стакана. В этом случае через регистратор тока пойдет дополнительный ток, что внесет значительные погрешности в процесс измерения.

Дисковый электрод воспринимает весь рабочий ток, протекающий через датчик, поэтому обладает большей площадью. Поляризация понижена, так как с увеличением площади уменьшается плотность тока. Через измерительный электрод протекают небольшие токи по сравнению с токовым электродом. Влияние поляризации здесь минимально. Электроды выполняются из материала с высокой электропроводностью и низкой склонностью к поверхностной поляризации. При значительной температуре изучаемой жидкой среды материал электродов должен обладать высокой жаропрочностью, а при повышенной агрессивности среды хорошей коррозионной стойкостью, либо жаростойкостью. Оба электрода могут быть выполнены из платины, нержавеющей стали, а при высоких температурах из диборида циркония, карбида кремния.

Переменный резистор  $R$  выполняет функцию гасящего сопротивления и ограничивает максимально допустимый ток  $I_{\text{гmax}}$  протекающий через дисковый электрод датчика в пределах 0,05-0,1 А. Его номинальное значение  $R$  рассчитывается по формуле 
$$R = \frac{U_{\text{xx}}}{I_{\text{г max}}} \cdot \frac{U_{\text{xx}}}{0,05-0,1} \quad (10-20) \cdot U_{\text{xx}} \quad (1) \text{ где } U_{\text{xx}}$$

напряжение холостого хода стороннего источника питания технологического агрегата, в котором производится измерение, В.

Увеличение силы тока сверх  $I_{\text{гmax}}$  ведет к значительной активизации поляризационных процессов на электродах и понижению точности измерения (см. Иосель Ю.Я. Электрические поля постоянных токов. Л. Энергоатомиздат, 1986, с.59, 81).

Для помещения датчика в исследуемую среду устройство снабжено штангой, например, в виде полого стержня (на чертеже не показана), закрепленной к середине стакана датчика. При необходимости стержень выполняется из жаростойкого и жаропрочного материалов, внутри него прокладывают соединительные провода.

Устройство работает следующим образом.

Датчик погружают в исследуемую жидкость, по которой протекает электрический ток, например, в шлаковую ванну при электрошлаковом переплаве, при электрошлаковой наплавке, сварке и т.п. Переменным резистором устанавливается величина тока в измерительной цепи, не превышающая 0,05-0,1 А (при дальнейшем увеличении силы тока возрастает поляризация дискового электрода, увеличивается вмешательство в технологический процесс, требуются датчики больших размеров и выше диаметр подводящих проводов). Затем фиксируются показания регистраторов тока и напряжения.

Удельная электропроводность исследуемой среды находится по формуле 
$$\kappa = \frac{I}{S} \cdot \frac{L}{U} \text{ сим} \cdot \text{м}^{-1} \quad (2) \text{ где } I \text{ сила тока по показанию регистратора тока, А;}$$

$U$  напряжение по показанию регистратора напряжения, В;

$L$  расстояние между электродами, м;

$S$  площадь поперечного сечения дискового электрода,  $\text{м}^2$ .

$\kappa/L$  является величиной постоянной и зависит от геометрических размеров датчика. Окончательно 
$$\kappa = \frac{I}{U} \text{ сим} \cdot \text{м}^{-1} \quad (3)$$

Ввиду малых токов, идущих через регистратор напряжения, измерительный электрод практически не подвергается поляризационным процессам. В целом точностные характеристики устройства при  $I \approx 0,05-0,1$  А практически не зависят от поляризационных процессов.

Метрологические характеристики устройства получены при сравнительном измерении раствора КСl при 20°C нормальной концентрации 0,1 Н. Результаты измерений приведены в таблице.

Предлагаемое устройство по сравнению с прототипом позволяет с большей точностью измерять удельные электропроводности жидких сред при низких плотностях тока от стороннего источника тока. Устройство просто по конструкции. Процесс измерения проще, чем при использовании устройства-

прототипа.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЖИДКИХ СРЕД, содержащее диэлектрическую трубку с расположенными в ней дисковым и кольцевым электродами, диэлектрическую прокладку, расположенную вблизи от дискового электрода и образующую вместе с диэлектрической трубкой стакан, регистратор напряжения, включенный между дисковым и кольцевым электродами, подключенные к дисковому электроду и последовательно соединенные регистратор тока и переменный резистор, отличающееся тем, что дно стакана, представляющее собой диэлектрическую прокладку, выполнено твердым и из того же диэлектрического материала и той же толщины, что и трубка, а в качестве источника питания для измерения использован источник питания технологического процесса, к выходу которого подключен второй вывод переменного резистора.

---

**ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

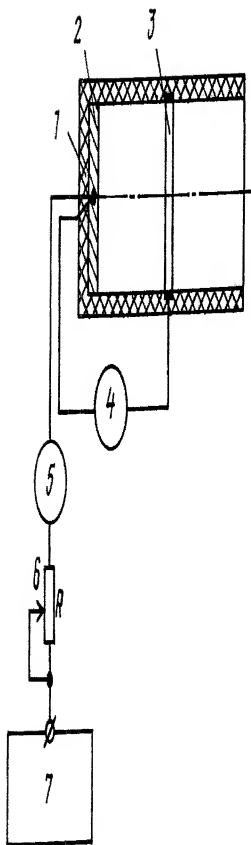
---

Код изменения правового статуса	<b>ММ4А - Досрочное прекращение действия патентов РФ из-за неуплаты в установленный срок пошлин за поддержание патента в силе</b>
Дата публикации бюллетеня	<b>2000.06.20</b>
Номер бюллетеня	<b>17/2000</b>

---

**РИСУНКИ**Рисунок 1, Рисунок 2

Измерение	Устройство	R, Ом	I, А	U, В	l, м	S, м <sup>2</sup>	Уд. электропроводность, См · м <sup>-1</sup>		Относитель- ная ошибка измерения, q, %
							q действи- тельная	q измерен- ная	
1	Предлагаемое	0	$4,1 \cdot 10^{-4}$	0,0879	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$47,76 \cdot 10^{-6}$	1,167	1,172	+ 0,43
2	Прототип	—	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,67 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$50,24 \cdot 10^{-6}$	1,167	1,191	+ 2,056







RUSSIAN AGENCY FOR  
PATENT AND TRADEMARKS

**(12) INVENTION DESCRIPTION**  
**TO PATENT OF RUSSIAN FEDERATION**

---

(21), (22) Application: 5024034/10, 27.01.1992

(46) Publication date: 20.10.1995

(56) Cited references: 1. USSR Author's Certificate No.1538148, IPC G01R 27/22, 1987.

2. USSR Author's Certificate No.1762262, IPC G01R 27/22, 1990. 3. USSR Author's Certificate No.1684724, IPC G01R 27/22, 1989.

(71) Applicant: Verevkin V. I., Bystrov V. A., Polyakov S. E., SU

(72) Inventor: Verevkin V. I., Bystrov V. A., Polyakov S. E., SU

(73) Patentee: Verevkin Valery Ivanovich, Bystrov Valery Aleksandrovich, SU

(54) Title **DEVICE FOR MEASURING SPECIFIC ELECTRIC CONDUCTIVITY OF LIQUID MEDIA**

(57) Abstract Use: measurement of specific electric conductivity of liquid media under the action of external current sources. Invention essence: a device for measuring specific electric conductivity of liquid media comprises a sensor made in the form of a cup from a solid dielectric material, encased within which cup are a disk-shaped and a ring-shaped electrodes that are connected to a voltage recorder, the disk-shaped electrode being connected to a power supply via a current recorder and a variable resistor connected in series, wherein a technological process power supply is used as the power supply. 1 Figure, 1 Table.

# DEVICE FOR MEASURING SPECIFIC ELECTRIC CONDUCTIVITY OF LIQUID MEDIA

## DESCRIPTION

5 The invention relates to measuring equipments, in particular to devices for measuring specific electric conductivity of liquid media under the action of external current sources, including the measurement in local volumes at a low current density.

Known is a sensor comprising a ceramic casing having a channel for lead-outs and a measuring cavity, two current electrodes, three potential probes connected to the measuring cavity. The ceramic casing is bottom-opened. A channel for purging the cavity with an inert gas is arranged between an upper end and the measuring cavity of the ceramic casing [1].

A drawback of this device is in impossibility to measure specific electric conductivities of liquid media under the conditions of a current simultaneously flowing therethrough from an external current source. This is due to that the measurement is performed from an internal current source. When an external current source is present in the measuring cavity, a current will be equal to the sum of two currents: internal one and external one, which brings about great inaccuracies and renders the measurement results unreliable. This makes it impossible to measure specific electric conductivity in an apparatus with a working current continuously flowing through a liquid medium, for example a raw mixture melt in an aluminum production electrolytic cell. In the latter, even a short-term interruption of the working current is impossible in the operating mode. Moreover, the sensor is complicated in structure.

Known is a contact sensor comprising a dielectric tube having three ring-shaped electrodes one of which is arranged on the outside and the two others are mounted in the inside afresh with a tube wall surface, a voltage recorder, an amperemeter, a variable resistor, an internal current source and a switch, wherein the outside electrode and one of the inside electrodes are arranged at the middle of the tube, the inside electrodes are connected to each other via the voltage recorder, the outside and inside electrodes arranged at the middle of the tube are connected via the switch, amperemeter, current source and variable resistor all connected in series [2].

A drawback of this device is the close relationship between a value of current flowing through the measured portion of the medium to be investigated within the sensor, and its spatial orientation with respect to equi-current lines. Since a power current flows through one of the narrow

ring-shaped electrodes included into the measuring circuit of the voltage recorder, polarization processes actively takes place at this electrode. Consequently, the measurement accuracy for specific electric conductivity of the medium to be investigated is decreased.

Closest to the inventive device with respect to technical matter is a device for measuring specific electric conductivity, which is made in the form of a dielectric tube with current electrodes and ring-shaped measuring electrodes of which the current electrodes and one of the measuring electrodes are arranged within the tube, comprises an amperemeter and recorders, further comprises a variable resistor connected via the amperemeter to the ungrounded current electrodes made in the form of disks separated from each other by an isolation spacer, wherein the outside electrodes connected to the first recorder are arranged above the inside measuring electrode and the current electrode closest thereto, respectively, which are connected to the second recorder [3].

The device is of special-purpose and, when measuring specific electric conductivities of liquid media at low currents, its accuracy drops as the measured current value becomes commensurable with an inaccuracy of the amperemeter. When a resistance value of the variable resistor is decreased, an intensity of the current flowing through a portion of the medium to be investigated, which portion being arranged within the tube of the sensor, is increased. This increase is possible up to a limit restricted by the total electrical resistance of lead wires and the amperemeter. If an electric field strength at this portion of the medium to be investigated is small, a current intensity value from external current sources becomes then small. The value becomes close to a measuring error for the current intensity by the amperemeter when both the electric field strength and the current density from external current sources are quite low. The device does not permit to substantially affect the measurement accuracy by way of active intervention into the measurement process. For example, at low values of the electric field strength and the current density from the external current sources, an increase in current intensity at the investigated portion of the electrical circuit within the tube of the sensor is possible only by decreasing the resistance value of the variable resistor down to zero. A further increase in current intensity in order to enhance the measurement accuracy for specific electric conductivity of the medium becomes impossible. An essential drawback of this device is obligatory

orientation of the sensor along equi-current lines. This requires special means for orienting the sensor, which leads to raising the cost of this device.

5 An object of the invention is in providing a device for measuring specific electric conductivity, a structure of which would allow to increase the measurement accuracy for specific electric conductivities of media to be investigated in  
10 volumes having minimal current density values from external sources.

An essence of the invention is in that the device for measuring specific electric conductivity, comprising a sensor with a disk-shaped and a ring-  
15 shaped electrodes arranged therein, a current recorder and a voltage recorder connected between the disk-shaped and ring-shaped electrodes, a variable resistor, a device for inserting the sensor into a local volume to be investigated, further  
20 comprises a cup made of a dielectric material, wherein the disk-shaped electrode is connected to an external power supply via the current recorder and the variable resistor.

The device permits not only to carry out the  
25 measurement in a liquid medium under the action thereupon of external current sources, but also to use these sources in the measurement process. By varying a resistance value of the variable resistor, it is possible to affect the measurement accuracy  
30 and to obtain good results even at low technological currents from the external current source, i.e. those currents that flow through the liquid medium in an apparatus. This is possible thanks to that, by connecting the current disk-  
35 shaped electrode with one of terminals of the power supply, a portion having a much greater resistance than that of the isolation spacer in the known device is excluded from the electrical circuit. In the inventive device, a cross-section of  
40 the excluded electrical circuit portion corresponds to an effective cross-section of a bath in the apparatus, over which section the current spreads within the apparatus, and a length of said portion corresponds to a distance from the disk-shaped  
45 electrode of the sensor to an electrode of the apparatus, which is connected to one of the terminals of the power supply. This distance can also exceed a length of the isolation spacer of the closest prior art in many times. When a resistance  
50 of the variable resistor is decreased, an electric field strength and a current density at the measured portion of the medium to be investigated are increased. Thus, a current intensity can be increased so much that a measurement error of the  
55 current recorder has an unessential effect on the measurement result. A voltage drop between the

electrodes will be proportional to a specific electric conductivity of the medium.

Upon immersion into the medium to be  
60 investigated, the sensor is filled with a liquid. A volume of the liquid is strictly fixed and depends on geometric dimensions of the sensor. When a current flows from the external current source, a potential difference occurs across the electrodes,  
65 which potential difference depends on the specific electric conductivity  $q$  of the medium to be investigated and on the geometry of the liquid volume within the sensor. In order to lower the polarization phenomenon, the current electrode is  
70 shaped as a solid disk. In order to interrupt a parallel circuit which could close the disk-shaped and ring-shaped electrodes via the medium to be investigated at the external side of the sensor, a base of the cup is made of a dielectric material.

75 In order to improve the measurement accuracy for  $q$  by the device, it is necessary that equi-current lines be parallel when approaching to the ring-shaped electrode. To this end, the electrode is located in the middle of the cup. Due  
80 to this, a portion having a non-uniform electrical field is excluded from the measuring circuit. The measurement accuracy for  $q$  is not determined by a position of the sensor with respect to the equi-current lines. At any position of the device in the  
85 space to be investigated, the intensity of current in the measuring circuit will remain sufficiently high at low values of dropping resistance  $R$ .

Thus, a comparison of the claimed solution with other technical solutions shows that the  
90 incorporated element is widely known, its incorporation in said connection with other elements of the device, the technological apparatus and the external power supply and their mutual positioning result in occurring the new  
95 above-mentioned properties which allow to improve the measurement accuracy for specific electric conductivities of liquid media at low technological currents from the external current source.

100 This makes it possible to conclude that the claimed technical solution involves an inventive step.

In the drawing, a functional diagram of the device for measuring specific electric  
105 conductivity is shown.

The device comprises a specific electric conductivity sensor consisting of a cup 1 made of a dielectric material, a disk-shaped electrode 2 and a ring-shaped electrode 3, and also a voltage  
110 recorder 4, a current recorder 5 and a variable resistor 6.

The electrodes 2 and 3 are connected therebetween via the voltage recorder 4. The

disk-shaped electrode 2 via the current recorder 5 and the variable resistor 6 is connected with one of the terminals of the power supply 7.

The cup made of a dielectric material serves to articulate from the medium to be investigated a local space having a limited and precisely known volume. At high working temperatures and in an aggressive medium, the cup can be made of polyvinylchloride, a textolite, a fluoroplastic, and at higher temperatures of materials having a higher melting temperature, for example aluminum.

A bottom of the cup is made of the same solid material as walls of the cup. In contrast of the inventive device, the closest prior art device has an isolation spacer made of a dielectric present in one of the aggregative states: solid, liquid, gaseous. In particular, the spacer can be made of air exhibiting a sufficiently high dielectric permittivity. In the inventive device, the cup bottom cannot be liquid or gaseous because in this case the disk-shaped electrode will contact the medium to be investigated at the other side of the cup. In this case, an additional current will flow through the current recorder, which will bring about substantial inaccuracies into the measurement process.

The disk-shaped electrode senses all the working current flowing through the sensor and therefore has a greater area. The polarization is lowered because the current density decreases as the electrode area increases. Small currents flow through the measuring electrode as compared to the current electrode. Here, an effect of the polarization is minimal. The electrodes are made of a material having a high specific electric conductivity and a low susceptibility to surface polarization. At a substantial temperature of the liquid medium to be studied, the electrode material has to exhibit a great high-temperature strength and, in case of increased aggressiveness of the medium, a good corrosion resistance or heat resistance. Both of the electrodes can be made of platinum, stainless steel and, at high temperatures, of zirconium diboride, silicon carbide.

The variable resistor 6 performs the function of dropping resistance and restricts a maximum permissible current  $I_{\text{max}}$  flowing through the disk-shaped electrode of the sensor in a range of 0.05–0.1 A. A nominal resistance value  $R$  of the variable resistor is calculated by the formula

$$50 \quad R = \frac{U_{\text{oc}}}{I_{\text{g max}}} = \frac{U_{\text{oc}}}{0.05 - 0.1} = (10 - 20) U_{\text{oc}} \quad (1)$$

where  $U_{\text{oc}}$  is an open circuit voltage of the external power supply of the technological apparatus in which the measurement is carried out, V.

55 An increase in current intensity above the  $I_{\text{max}}$  results in a substantial activation of the polarization processes at the electrodes and in a decrease in the measurement accuracy (see lossel Yu. Ya., 'Electrical fields of constant currents. 60 Leningrad, 'Energoatomizdat' publisher, 1986, p.59, 81).

In order to place the sensor into the medium to be investigated, the device is provided with a steam, for example in the form of a hollow rod (not shown in the drawing), fixed to the middle of the sensor cup. If necessary, the rod is made of heat-resistant and high-temperature materials, and connecting wires are laid within said rod.

70 The device operates as follows.

The sensor is immersed into the liquid to be investigated through which an electrical current flows, for example, into a slag bath in electroslag remelting, in electroslag hard-facing, 75 in slag welding and so on. An intensity of the current in the measuring circuit is set by the variable resistor so as not to exceed 0.05–0.1 A (if the current intensity increases further, the polarization of disk-shaped electrode raises, the intervention into the technological process enhances, sensors of greater dimensions are required, and a diameter of the lead wires is higher). Then, readings of the current and voltage recorders are noted.

85 A specific electric conductivity of the medium to be investigated is found out by the formula

$$q = \frac{L}{S} \times \frac{I}{U}, \text{ S}\cdot\text{m}^{-1} \quad (2)$$

where  $I$  is a current intensity according to the 90 reading of the current recorder, A;

$U$  is a voltage according to the reading of the voltage recorder, V;

$L$  is a distance between the electrodes, m;

$S$  is a cross-section area of the disk-shaped 95 electrode,  $\text{m}^2$ .

$K=L/S$  is a constant and depends on geometrical dimensions of the sensor. Finally,

$$q = K \times \frac{I}{U}, \text{ S}\cdot\text{m}^{-1} \quad (3).$$

In view of the low currents going through the 100 voltage recorder, the measuring electrode is not practically subjected to the polarization processes. In general, the accuracy performance of the device at  $I \approx 0.05\text{--}0.1$  A is practically independent of the polarization processes.

105 Metrological performance of the device was obtained during a comparative measurement of a KCl solution of a 0.1N normal concentration

at 20°C. The measurement results are given in the table.

When compared to the closest prior art, the inventive device allows to measure, with a greater accuracy, specific electric conductivities of liquid media at low current densities from external current sources. The device structure is simple. The measurement process is easier than that using the closest prior art device.

CLAIM:

A DEVICE FOR MEASURING SPECIFIC ELECTRIC CONDUCTIVITY OF LIQUID MEDIA, comprising a dielectric tube with a disk-shaped and a ring-shaped electrodes arranged

15 therein, a dielectric spacer arranged near the disk-shaped electrode and forming a cup together with the dielectric tube, a voltage recorder connected between the disk-shaped and ring-shaped electrodes, a current recorder and a variable resistor connected in series to the disk-shaped electrode, characterized in that a cup bottom being the dielectric spacer is made to be solid and of the same dielectric material and of the same thickness as the tube, and a technological process power supply is used as a measurement power supply, a second terminal of the variable resistor being connected to an output of said power supply.

Measurement	Device	R, Ohm	I, A	U, V	L, m	S, m <sup>2</sup>	Specific electric conductivity, S·m <sup>-1</sup>		Relative error of measuring for q, %
							q actual	q measured	
1	Invention	0	$4.1 \cdot 10^{-4}$	0.0879	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$47.76 \cdot 10^{-6}$	1.167	1.172	+0.43
2	Prior art	-	$1 \cdot 10^{-5}$	$1.67 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$50.24 \cdot 10^{-6}$	1.167	1.191	+2.056

